

PATENT COOPERATION TREATY

PCT

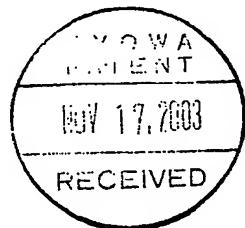
**NOTIFICATION CONCERNING
SUBMISSION OR TRANSMITTAL
OF PRIORITY DOCUMENT**

(PCT Administrative Instructions, Section 411)

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

YOSHITAKE, Kenji
 Kyowa Patent & Law Office
 Room 323, Fuji Bldg.
 2-3, Marunouchi 3-chome
 Chiyoda-ku, Tokyo 100-0005
 Japan



Date of mailing (day/month/year) 05 November 2003 (05.11.03)	
Applicant's or agent's file reference 143481-032	IMPORTANT NOTIFICATION
International application No. PCT/JP03/09941	International filing date (day/month/year) 05 August 2003 (05.08.03)
International publication date (day/month/year) Not yet published	Priority date (day/month/year) 05 August 2002 (05.08.02)
Applicant	
TOKYO ELECTRON LIMITED et al	

1. The applicant is hereby notified of the date of receipt (except where the letters "NR" appear in the right-hand column) by the International Bureau of the priority document(s) relating to the earlier application(s) indicated below. Unless otherwise indicated by an asterisk appearing next to a date of receipt, or by the letters "NR", in the right-hand column, the priority document concerned was submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b).
2. This updates and replaces any previously issued notification concerning submission or transmittal of priority documents.
3. An asterisk(*) appearing next to a date of receipt, in the right-hand column, denotes a priority document submitted or transmitted to the International Bureau but not in compliance with Rule 17.1(a) or (b). In such a case, the attention of the applicant is directed to Rule 17.1(c) which provides that no designated Office may disregard the priority claim concerned before giving the applicant an opportunity, upon entry into the national phase, to furnish the priority document within a time limit which is reasonable under the circumstances.
4. The letters "NR" appearing in the right-hand column denote a priority document which was not received by the International Bureau or which the applicant did not request the receiving Office to prepare and transmit to the International Bureau, as provided by Rule 17.1(a) or (b), respectively. In such a case, the attention of the applicant is directed to Rule 17.1(c) which provides that no designated Office may disregard the priority claim concerned before giving the applicant an opportunity, upon entry into the national phase, to furnish the priority document within a time limit which is reasonable under the circumstances.

<u>Priority date</u>	<u>Priority application No.</u>	<u>Country or regional Office or PCT receiving Office</u>	<u>Date of receipt of priority document</u>
05 Augu 2002 (05.08.02)	2002-227753	JP	19 Sept 2003 (19.09.03)

The International Bureau of WIPO 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland Facsimile No. (41-22) 338.90.90	Authorized officer taieb AKREMI (Fax 338 9090) Telephone No. (41-22) 338 9415
--	---

10/522569

PCT/JP03/09941

23 JAN 2005

29.08.03

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

REC'D 19 SEP 2003

WIPO MCT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
with this Office.

出願年月日
Date of Application: 2002年 8月 5日

出願番号
Application Number: 特願2002-227753

[ST. 10/C]: [JP2002-227753]

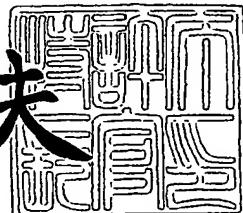
出願人
Applicant(s): 東京エレクトロン株式会社

**PRIORITY
DOCUMENT**
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2003年 8月 14日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



【書類名】 特許願
【整理番号】 JP022148
【あて先】 特許庁長官 殿
【国際特許分類】 H01L 21/3065
H01L 21/302

【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区赤坂五丁目3番6号 TBS放送センター
東京エレクトロン株式会社内
【氏名】 小川 秀平

【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区赤坂五丁目3番6号 TBS放送センター
東京エレクトロン株式会社内
【氏名】 稲沢 剛一郎

【特許出願人】

【識別番号】 000219967
【氏名又は名称】 東京エレクトロン株式会社

【代理人】

【識別番号】 100099944
【弁理士】
【氏名又は名称】 高山 宏志
【電話番号】 045-477-3234

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 062617
【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1
【物件名】 図面 1
【物件名】 要約書 1
【包括委任状番号】 9606708

特願 2002-227753

ページ： 2/E

【プルーフの要否】 要

出証特 2003-3066134

【書類名】 明細書

【発明の名称】 エッチング方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 処理容器内で、エッティングガスのプラズマにより Si 含有有機系材料膜をマスクとして基板上に形成された有機系材料膜をエッティングするにあたり、

エッティングガスとして NH₃ ガスと O₂ ガスとを含む混合ガスを用い、所望の CD シフト値が得られるように、その流量比を調整することを特徴とするエッティング方法。

【請求項 2】 処理容器内で、エッティングガスのプラズマにより Si 含有有機系材料膜をマスクとして基板上に形成された有機系材料膜をエッティングするにあたり、

エッティングガスとして NH₃ ガスと O₂ ガスとを含む混合ガスを用い、NH₃ ガスに対する O₂ ガスの流量比を 0.5 ~ 10 % とすることを特徴とするエッティング方法。

【請求項 3】 NH₃ ガスに対する O₂ ガスの流量比を 5 ~ 10 % とすることを特徴とする請求項 2 に記載のエッティング方法。

【請求項 4】 前記処理容器内の圧力が 13.3 Pa 未満であることを特徴とする請求項 1 から請求項 3 のいずれか 1 項に記載のエッティング方法。

【請求項 5】 前記処理容器内の圧力が 6.7 Pa 以上であることを特徴とする請求項 4 に記載のエッティング方法。

【請求項 6】 基板を支持する支持体の温度が 0 ~ 20 °C であることを特徴とする請求項 1 から請求項 5 のいずれか 1 項に記載のエッティング方法。

【請求項 7】 被処理基板面積に電極間距離を掛けて求めた有効チャンバー体積を V (m³) とし、排気速度を S (m³ / sec) とした場合に、V/S で表されるレジデンスタイムの値が 20 ~ 60 msec であることを特徴とする請求項 1 から請求項 6 のいずれか 1 項に記載のエッティング方法。

【請求項 8】 前記基板は、前記有機系材料膜の下に該有機系材料膜をマスクとしてエッティングされるべき下地被エッティング膜を有することを特徴とする請

求項1から請求項7のいずれか1項に記載のエッチング方法。

【請求項9】 プラズマを生成する機構は、相対向する一対の電極間に高周波電界を形成してプラズマを生成する容量結合型のものであることを特徴とする請求項1から請求項8のいずれか1項に記載のエッチング方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、2層レジストの下層レジストをエッチングする場合のように、基板に形成された有機系材料膜をシリコン含有有機系材料膜をマスクとしてプラズマエッチングするエッチング方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

近時、半導体デバイスは一層の高集積化が求められており、そのため、より微細なパターンを形成することが要求されている。このような要求を満たすべく、フォトリソグラフィー工程においては、微細パターンに対応して高解像度を得るために、ドライエッチングによるパターン形成の際に半導体ウエハ上に形成されるレジスト膜を薄く形成する必要がある。

【0003】

しかし、微細パターンに対応してレジスト膜を薄くしていくと、レジスト膜に対する被エッチング膜のエッチング選択比が十分にとれず、良好なパターンを形成し難いという問題がある。

【0004】

そこで、従来よりこのような不都合を解消する技術として2層レジストが用いられている。2層レジストの例としては、被エッチング膜の上に平坦化のための下層レジスト膜を形成し、その上に上層レジスト膜として感光性レジスト膜を形成したものが挙げられる。

【0005】

このような2層レジストにおいては、上層の感光性レジスト膜としてシリコンを含有したもの用い、まず、この感光性レジスト膜に露光および現像によりレ

ジストパターンを形成し、次いでこのパターン化された上層レジスト膜をマスクとして下層レジスト膜をエッティング（ドライ現像）し、最後に上層レジストおよび下層レジストをマスクとして被エッティング膜をエッティングする。

【0006】

このような一連のエッティング工程において、上層レジスト膜をマスクとして下層レジスト膜をエッティングする際には、従来よりO₂ガスを主体とするO₂系ガスが用いられている。O₂系ガスにより上層レジスト膜にSiO₂が生じるので、下層レジストを上層レジストに対して高い選択比でエッティングすることができ、上層レジスト膜の残膜厚さを大きくすることができる。

【0007】

しかしながら、このようにO₂系ガスによりエッティングを行うと、エッティング形状がボーイングと称される弓形のものとなり、CDシフトの制御性が悪いという問題がある。つまり、エッティングの形状性および精度が不十分である。

【0008】

一方、エッティングガスとして、H₂ガスとN₂ガスとの混合ガスも検討されており、この場合にはボーイングが生じ難くCDシフトも小さいので、エッティングの形状性や精度には問題がない。

【0009】

しかしながら、H₂ガスとN₂ガスとの混合ガスでは、下層レジストの上層レジストに対するエッティング選択比が低く、下層レジストをエッティングした際に、上層レジストの厚さが小さくなつて2層レジストの利点が損なわれてしまう。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】

本発明はかかる事情に鑑みてなされたものであつて、2層レジストの下層をエッティングする場合のような、Si含有有機系材料膜をマスクとして有機系材料膜をエッティングする場合に、良好な選択比で、かつ形状性および精度良くエッティングすることができるエッティング方法を提供することを目的とする。

【0011】

【課題を解決しようとする手段】

本発明者らは、上記課題を解決すべく研究を重ねた結果、2層レジストの下層レジストをエッティングする場合のような、Si含有有機系材料膜をマスクとして有機系材料膜をエッティングする場合に、NH₃ガスとO₂ガスとを含む混合ガスを用いれば、CDシフトを所望の値に制御することができ、良好な選択比を維持しつつ、形状性および精度良くエッティングすることができるを見出した。

【0012】

本発明はこのような知見に基づいて完成されたものであり、処理容器内で、エッティングガスのプラズマによりSi含有有機系材料膜をマスクとして基板上に形成された有機系材料膜をエッティングするにあたり、エッティングガスとしてNH₃ガスとO₂ガスとを含む混合ガスを用い、所望のCDシフト値が得られるように、その流量比を調整することを特徴とするエッティング方法を提供する。

【0013】

また、処理容器内で、エッティングガスのプラズマによりSi含有有機系材料膜をマスクとして基板上に形成された有機系材料膜をエッティングするにあたり、エッティングガスとしてNH₃ガスとO₂ガスとを含む混合ガスを用い、NH₃ガスに対するO₂ガスの流量比を0.5～10%とすることを特徴とするエッティング方法を提供する。

【0014】

なお、2層レジストの下層のエッティングにおいてNH₃ガスとO₂ガスを用いることは、特開平1-280316号公報に記載されているが、この公報に記載されているのは、有機膜を高エッティングレートでエッティングするためにNH₃を含むガスが有効であるということであり、この公報ではO₂ガスはNH₃へ添加するガスの1種に過ぎず、本発明のように、NH₃ガスにO₂ガスを添加することによりCDシフトを所望の値に制御することについては全く考慮されていない。したがって、この公報に開示された技術は、本発明とは関係のない技術である。

【0015】

本発明において、NH₃ガスに対するO₂ガスの流量比は5～10%とすることがより好ましい。また、処理容器内の圧力は、13.3Pa未満であることが

好ましく、6.7 Pa以上であることがより好ましい。さらに、基板を支持する支持体の温度が0～20℃であることが好ましい。さらにまた、被処理基板面積に電極間距離を掛けて求めた有効チャンバー体積をV (m³) とし、排気速度をS (m³/sec)とした場合に、V/Sで表されるレジデンスタイムの値が20～60 msecであることが好ましい。

【0016】

前記基板としては、前記有機系材料膜の下に該有機系材料膜をマスクとしてエッティングされるべき下地被エッティング膜を有するものとすることができる。また、プラズマを生成する機構は、相対向する一対の電極間に高周波電界を形成してプラズマを生成する容量結合型のものを採用することができる。

【0017】

【発明の実施の形態】

以下、添付図面を参照して、本発明の実施の形態を詳細に説明する。

図1は、本発明を実施するためのプラズマエッティング装置を示す概略断面図である。

【0018】

このプラズマエッティング装置1は、電極板が上下平行に対向し、一方にプラズマ形成用電源が接続された容量結合型平行平板エッティング装置として構成されている。

【0019】

このプラズマエッティング装置1は、例えば表面がセラミック溶射処理されたアルミニウムからなる円筒形状に成形された処理容器としてのチャンバー2を有しており、このチャンバー2は保安接地されている。前記チャンバー2内には例えばシリコンからなり、その上に所定の膜が形成された半導体ウエハ（以下単に「ウエハ」と記す）Wを水平に載置し、下部電極として機能するサセプタ3が支持部材4に支持された状態で設けられている。この支持部材4はセラミックなどの絶縁板5を介して、図示しない昇降装置の支持台6により支持されており、この昇降機構によってサセプタ3が昇降可能となっている。支持台6の下方中央の大気部分は、ペローズ7で覆われており、チャンバー2内と大気部分とが分離され

ている。

【0020】

前記支持部材4の内部には、冷媒室8が設けられており、この冷媒室8には、例えばガルデンなどの冷媒が冷媒導入管8aを介して導入されて循環し、その冷熱が前記サセプタ3を介して前記ウエハWに対して伝熱され、これによりウエハWの処理面が所望の温度に制御される。また、チャンバー2が真空に保持されていても、冷媒室8に循環される冷媒によりウエハWを有効に冷却可能なように、被処理体であるウエハWの裏面に、伝熱媒体、例えばHeガスなどを供給するためのガス通路9が設けられており、この伝熱媒体を介してサセプタ3の冷熱がウエハWに有効に伝達され、ウエハWを精度良く温度制御することができる。

【0021】

前記サセプタ3は、その上部中央部が凸状の円板状に成形され、その上に絶縁材の間に電極12が介在されてなる静電チャック11が設けられており、電極12に接続された直流電源13から直流電圧が印加されることにより、例えばクーロン力によってウエハWを静電吸着する。前記サセプタ3の上端周縁部には、静電チャック11上に載置されたウエハWを囲むように、エッチングの均一性向上させるための環状のフォーカスリング15が配置されている。

【0022】

前記サセプタ3の上方には、このサセプタ3と平行に対向して上部電極として機能するシャワーヘッド21が設けられている。このシャワーヘッド21は、絶縁材22を介して、チャンバー2の上部に支持されており、サセプタ3との対向面24には多数の吐出孔23を有している。なお、ウエハW表面とシャワーヘッド21とは、例えば30～90mm程度離間され、この距離は前記昇降機構により調節可能である。

【0023】

前記シャワーヘッド21の中央にはガス導入口26が設けられ、さらにこのガス導入口26には、ガス供給管27が接続されており、さらにこのガス供給管27には、バルブ28を介して、エッチングガスを供給するエッチングガス供給系30が接続されている。エッチングガス供給系30は、NH₃ガス供給源31、

O₂ガス供給源32を有しており、これらガス源からの配管には、それぞれマスフローコントローラ33およびバルブ34が設けられている。

【0024】

そして、エッティングガスとしてのNH₃ガス、O₂ガスが、エッティングガス供給系30のそれぞれのガス供給源からガス供給配管27、ガス導入口26を介してシャワーHEAD21内の空間に至り、ガス吐出孔23から吐出される。

【0025】

前記チャンバー2の側壁底部近傍には排気管35が接続されており、この排気管35には排気装置36が接続されている。排気装置36はターボ分子ポンプなどの真空ポンプを備えており、これによりチャンバー2内を所定の減圧雰囲気、例えば1Pa以下の所定の圧力まで真空引き可能なように構成されている。また、チャンバー2の側壁にはウエハWの搬入出口37と、この搬入出口37を開閉するゲートバルブ38とが設けられており、このゲートバルブ38を開にした状態で搬入出口37を介してウエハWが隣接するロードロック室（図示せず）との間で搬送されるようになっている。

【0026】

上部電極として機能するシャワーHEAD21には、高周波電源40が接続されており、その給電線には整合器41が介在されている。この高周波電源40は、例えば60MHzの周波数の高周波電力を上部電極であるシャワーHEAD21に供給し、上部電極であるシャワーHEAD21と下部電極であるサセプタ3との間にプラズマ形成用の高周波電界を形成する。また、シャワーHEAD21にはローパスフィルター(LPF)42が接続されている。

【0027】

下部電極として機能するサセプタ3には、高周波電源50が接続されており、その給電線には整合器51が介在されている。この高周波電源50は、例えば2MHzの周波数の高周波電力を下部電極であるサセプタ3に供給し、プラズマ中のイオンをウエハWに向けて引き込み、異方性の高いエッティングを実現する。また、このサセプタ3にはハイパスフィルター(HPF)16が接続されている。

【0028】

次に、このように構成されるプラズマエッチング装置を用いて2層レジストの下層レジストをエッチングする際のエッチング動作について説明する。

【0029】

図2は、本実施形態のエッチング対象である2層レジストが形成された構造の一例を示す断面図である。ここでは、ウエハWに形成された被エッチング層61の上に、エッチングするための2層レジスト62が形成されている。この2層レジスト62は、上層レジストとしてのシリコンを含有する感光性レジスト膜63、下層レジストとしての有機系材料膜64が積層されて構成されている。

【0030】

上層レジストである感光性レジスト膜63は、所定のパターンに露光され、現像されており、この感光性レジスト膜63をマスクとして下層レジストである有機系材料膜64をエッチング（ドライ現像）する。そして、上層レジストである感光性レジスト膜63およびこのようにしてエッチングされた有機系材料膜64は、被エッチング層61のエッチングの際のマスクとして機能する。

【0031】

エッチング対象である下層レジストとしての有機系材料膜64は感光性は必要とせず、CおよびHを含有したもの、これらにさらにOを含有したものを用いることができ、下地の被エッチング層61に対するエッチング選択比の高いものが選ばれる。エッチング選択比を高くしてその膜厚を薄くする観点からはCリッチな膜が好ましい。

【0032】

さらに、被エッチング層61としては、SiON、SiN、SiC、TiN、およびSiO₂、SiOC等の層間絶縁膜から選択された少なくとも1種で構成したものが好適である。

【0033】

このような2層レジストのエッチングにおいて、感光性レジスト膜63に形成された微細パターンを被エッチング層61に正確に転写するためには、感光性レジスト膜63をマスクとして有機系材料膜64を高選択比で、かつ形状性良くしかも高精度でエッチングする必要がある。

【0034】

上記図1の装置を用いて、図2における構造において上層レジストである感光性レジスト膜63をマスクとして下層レジストである有機系材料膜64をエッチングする際には、まず、ゲートバルブ38を開にしてこのような構造を有するウエハWをチャンバー2内に搬入し、サセプタ3に載置した後、ゲートバルブ38を閉じ、サセプタ3を上昇させてサセプタ3上のウエハW表面とシャワーヘッド21との距離を30～90mm程度に調整し、排気装置36の真空ポンプにより排気管35を介してチャンバー2内を排気し、チャンバー2内を減圧した後、直流電源13から直流電圧を静電チャック11内の導電体12に印加する。

【0035】

次いで、エッティングガス供給系30からエッティングガスとしてNH₃ガス、O₂ガスをチャンバー1内に導入する。そして、高周波電源40からシャワーヘッド21に例えば60MHzの高周波電力を印加し、これにより、上部電極としてのシャワーヘッド21と下部電極としてのサセプタ3との間に高周波電界を生じさせ、上記NH₃ガスとO₂ガスとの混合ガスをプラズマ化する。プラズマの生成によりウエハWは静電チャック11上に静電吸着される。

【0036】

このようにして生成されたエッティングガスのプラズマにより、有機系材料膜64のエッティングを行う。このとき、高周波電源50から下部電極であるサセプタ3に所定の周波数の高周波電力を印加してプラズマ中のイオンをサセプタ3側へ引き込むようとする。

【0037】

このエッティングの際には、所望のCDシフト値が得られるように、NH₃ガスとO₂ガスとの流量比を調整する。NH₃ガスのみでも有機系材料膜64を感光性レジスト膜63に対して高選択比でエッティングすることが可能であるが、NH₃ガスのみの場合にはエッティングが不足しやすく、エッティング部分の幅が狭くなる傾向にあり、良好なCDシフト値が得られず、かつエッティング残渣が残存する。これに対して、適当量のO₂ガスを添加することにより、エッティングが促進され、所望のCDシフト値とすることが可能であり、しかもエッティング残渣も生じ

難くすることができる。なお、CDシフト値とは、図3に示すように、エッティング後における有機系材料層64の最下部のCD値(Bottom CD)から最上部のCD値(Top CD)を引いた値をいう。したがって、トップよりもボトムが広がった場合には+、トップよりもボトムが狭い場合には-で表される。

【0038】

この場合に、NH₃ガスに対するO₂ガスの流量比O₂/NH₃を0.5~10%とすることが好ましい。O₂/NH₃が0.5%以上であればO₂の作用が有効に発揮され、より良好なCDシフト値が得られるとともに、エッティング残渣をより生じ難くすることができる。また、O₂/NH₃が10%を超えると図4に示すように、エッティングの途中で弓状に膨らんだボーリングが生じてエッティングの形状が悪くなる傾向にある。より好ましくは、O₂/NH₃が5~10%である。O₂/NH₃が5%を超えることにより、さらに一層良好なCDシフト値が得られ、しかもエッティング残渣を確実に解消することが可能となる。

【0039】

このエッティングの際のチャンバー2内の圧力は、13.3Pa未満であることが好ましい。これ以上の圧力の場合には、エッティング残渣が生じやすくなり好ましくない。より好ましくは6.7Pa以上、13.3Pa未満である。チャンバー内圧力が6.7Pa未満の場合には、CDシフト値の+になりすぎる（エッティング幅が広くなりすぎる）おそれがあり、エッティング形状も悪くなるおそれがある。

【0040】

また、エッティングの際のサセプタ温度は、0~20°Cであることが好ましい。サセプタ温度が0°C未満の場合には、エッティングの進行が遅く、CDシフト値が-になりすぎる（ボトムのエッティング幅が狭くなりすぎる）おそれがある。一方、サセプタ温度が20°Cを超えると、エッティングの進行が速く、CDシフト値が+になりすぎる（ボトムのエッティング幅が広くなりすぎる）おそれがある。

【0041】

さらに、エッティングの際におけるエッティングガスのレジデンスタイムは20~60msecであることが好ましい。レジデンスタイムが60msecを超える

とCDシフト値が+になりすぎるおそれがあり、20 msec未満では、エッチングの進行が遅くCDシフト値が-になりやすくなる。

【0042】

なお、レジデンスタイムとはエッチングガスのチャンバー1内のエッチングに寄与する部分における滞留時間をいい、ウエハW面積に電極間距離を掛けて求めた有効チャンバ一体積をV (m³) (ウエハ外側のガスはエッチングに寄与しないから、エッチングに寄与するガスが存在する部分の体積を用いる)、排気速度をS (m³/sec)、チャンバー内圧力をp (Pa)、総流量をQ (Pa·m³/sec) とすると、レジデンスタイムτは、以下の式で求めることができる。

$$\tau = V / S = p V / Q \text{ (sec)}$$

【0043】

このようにしてエッチングを行い、予め把握されている有機系材料膜64が完全にエッチングされるまでの時間に対し10~30%オーバーエッチングになる時間経過した時点でエッチングを終了する。

【0044】

次に、本発明の効果を確認した実験について説明する。

ここでは、上述の図2に示す構造において、ウエハWとして200mmウエハを用い、所定パターンの厚さ310nmの感光性レジスト層63をマスクとして下層レジストである厚さ800nmの有機系材料膜64を図1に示すプラズマエッチング装置にてホールおよびトレンチのエッチングを行った。エッチング前のトップCDの値は240nmであった。エッチング幅は、なお、高周波電源40の周波数は60MHz、高周波電源50の周波数は2MHzとした。

【0045】

まず、比較例として、エッチングガスとしてO₂ガスを主体とするガスを用いて実験を行った。この際の条件は、サセプタ温度：0℃、電極間ギャップ：5.5mm、O₂ガスの流量：0.1L/min、チャンバー内圧力：2.0~3.3Pa、上部電極パワー：500W、下部電極パワー：150W、オーバーエッチング：10%とした。その結果、感光性レジスト層63のフラット部の残膜量が

240 nmとエッチングの選択性は良好であり、エッチング残渣も存在しなかつたが、CDシフト値がセンターで+77～101 nm、エッジで+77～97 nmと大きく、ボーイングも生じていた。また、チャンバー内圧力を2.7 Paとし、エッチングガスとしてO₂ガス：0.05 L/minに、それぞれN₂ガス：0.05 L/min、COガス：0.05 L/minを加え、他の条件は全て同一としてエッチングを行った結果、CDシフト値が、それぞれセンター：+132 nm、エッジ：+133 nm、およびセンター：+79 nm、エッジ：+72 nmとやはり大きく、ボーイングも生じていた。この結果から、O₂ガス系ではCDシフト値を所望の値に制御することが困難であることが把握された。

【0046】

また、他の比較例として、エッチングガスとしてN₂ガスとH₂ガスとの混合ガスを用いて実験を行った。この際の条件は、N₂ガス流量：0.3 L/min、H₂ガス流量：0.3 L/min、チャンバー内圧力：13.3 Pa、上部電極パワー：1000 W、下部電極パワー：100 Wとし、他の条件は上記比較例と同様とした。その結果、CDシフト値が、センター：-2 nm、エッジ：+3 nmと良好な値であり、エッチング残渣も存在しなかつたが、感光性レジスト層63のフラット部の残膜量が200 nmとなり、エッチング選択比が悪いため感光性レジスト層63が薄くなりすぎることが把握された。

【0047】

さらに他の比較例として、エッチングガスとしてNH₃ガスを用いて実験を行った。この際の条件は、NH₃ガス流量：0.3 L/minとした以外は、上記N₂ガスとH₂ガスとの混合ガスを用いた場合と同様とした。その結果、感光性レジスト層63のフラット部の残膜量が265 nmとエッチングの選択性は良好であったが、エッチング残渣が存在し、CDシフト値が、センター：-21 nm、エッジ：-25 nmとなり、ボトムエッチング幅が狭くなる傾向にあることが把握された。

【0048】

次に、本発明の範囲である実施例として、エッチングガスとしてNH₃ガスおよびO₂ガスの混合ガスを用いて実験を行った。この際の条件は、電極間ギャップ

プ：55mm、上部電極パワー：1000W、下部電極パワー：100Wとし、 NH_3 ガスに対する O_2 ガスの流量比 O_2/NH_3 の値、チャンバー内圧力、サセプタ温度、レジデンスタイムを変化させた。

【0049】

まず、 NH_3 ガス流量：0.3L/min、 O_2 ガスの流量：0.03L/min（流量比 O_2/NH_3 の値：10%）、サセプタ温度を0°Cとして、チャンバー内圧力を(1)10.0Pa、(2)13.3Pa、(3)26.6Paと変化させた。その結果、いずれも感光性レジスト層63のフラット部の残膜量が250nm以上とエッチングの選択性が良好であった。また、CDシフト値、肩部残り、エッチング残渣を調査した。その結果をレジデンスタイムとともに以下に示す。なお、肩部残りは、図5に示すように、感光性レジスト層63がエッチングされた際の肩部の下の直線部の長さxをいい、この値が大きいほど好ましい。

【0050】

(1)チャンバー内圧力：10.0Pa

レジデンスタイム：31.0 msec

CDシフト値

センター：-33nm

エッジ：-45nm

肩部残り

センター：36nm

エッジ：59nm

エッチング残渣：なし

(2)チャンバー内圧力：13.3Pa

レジデンスタイム：41.4 msec

CDシフト値

センター：-13nm

エッジ：-30nm

肩部残り

センター：72nm

エッジ : 69 nm

エッチング残渣 : 少量存在

(3) チャンバー内圧力 : 26.6 Pa

レジデンスタイム : 82.7 msec

CDシフト値

センター : +19 nm

エッジ : 0 nm

肩部残り

センター : 83 nm

エッジ : 49 nm

エッチング残渣 : 多量に存在

以上のように、チャンバー内圧力が 13.3 Pa 以上になるとエッチング残渣が出る傾向にあるが、10.0 Pa では、エッチング残渣は生じなかった。これにより、チャンバー内圧力は 13.3 Pa 未満がよいことが把握された。ただし、10.0 Pa では、CDシフト値の一の絶対値が大きい傾向にある。

【0051】

次に、NH₃ガス流量 : 0.3 L/min、O₂ガスの流量 : 0.03 L/m in (流量比 O₂/NH₃ の値 : 10 %) とし、チャンバー内圧力を上記実験で最も結果が良かった 10.0 Pa として、サセプタ温度を (4) 0 °C (上記(1)と同じ)、(5) 10 °C、(6) 20 °C と変化させた。その結果、いずれも感光性レジスト層 63 のフラット部の残膜量が 250 nm 以上とエッチングの選択性が良好であった。また、CDシフト値、肩部残り、エッチング残渣を調査した。その結果を以下に示す。

【0052】

(4) サセプタ温度 : 0 °C

CDシフト値

センター : -33 nm

エッジ : -45 nm

肩部残り

センター：36 nm

エッジ：59 nm

エッチング残渣：なし

(5) サセプタ温度：10 °C

CDシフト値

センター：-9 nm

エッジ：-5 nm

肩部残り

センター：56 nm

エッジ：-

エッチング残渣：なし

(6) サセプタ温度：20 °C

CDシフト値

センター：+39 nm

エッジ：+49 nm

肩部残り

センター：85 nm

エッジ：127 nm

エッチング残渣：なし

以上のように、サセプタ温度によりCDシフト値が変化し、0 °CではCDシフト値の-の絶対値が大きい傾向にあるが、サセプタ温度が上昇するに従って、CDシフト値は+側へ向かい、サセプタ温度が20 °Cでは+の絶対値が大きい傾向にある。この結果から、サセプタ温度は0～20 °Cが好ましいことが把握された。

【0053】

次に、流量比O₂/NH₃の値：10%とし、チャンバー内圧力：10.0 Pa、サセプタ温度：10 °Cとして、ガスの総流量およびレジデンスタイムを以下の(7)～(9)で変化させた。

(7) 総流量：0.165 L/min

レジデンスタイム：62.1 msec

(8) 総流量 : 0.330 L/min

レジデンスタイム：31.0 msec

(9) 総流量 : 0.495 L/min

レジデンスタイム：20.7 msec

その結果、いずれも感光性レジスト層63のフラット部の残膜量が250 nm以上とエッチングの選択性が良好であった。また、CDシフト値、肩部残り、エッチング残渣を調査した。その結果を以下に示す。

【0054】

(7) CDシフト値

センター : +51 nm

エッジ : +53 nm

肩部残り

センター : -

エッジ : -

エッチング残渣 : なし

(8) CDシフト値

センター : -9 nm

エッジ : -5 nm

肩部残り

センター : 56 nm

エッジ : -

エッチング残渣 : なし

(9) CDシフト値

センター : +11 nm

エッジ : -18 nm

肩部残り

センター : 59 nm

エッジ : 79 nm

エッティング残渣 : トレンチ部でエッティング残渣あり

以上のように、ガス流量を変化させてレジデンスタイムを変化させた結果、レジデンスタイムが 60 msec 以上の(7)は CD シフト値の + の絶対値が大きい傾向にあり、レジデンスタイムが 20 msec 付近の(9)は CD シフト値は良好であったがトレンチ部で若干エッティング残渣が存在し、20 msec 未満になるとエッティング残渣が問題になることが予想される。

【0055】

次に、NH₃ の流量を 0.3 L/min と一定とし、O₂ の流量を 0.03 L/min、0.015 L/min として、流量比 O₂ / NH₃ の値を (10) 10%、(11) 5% と変化させた。なお、チャンバー内圧力：10.0 Pa、サセプタ温度：10°C とした。その結果、いずれも感光性レジスト層 63 のフラット部の残膜量が 250 nm 以上とエッティングの選択性が良好であった。また、CD シフト値、肩部残り、エッティング残渣を調査した。その結果を以下に示す。

(10) O₂ / NH₃ : 10%

CD シフト値

センター : -9 nm

エッジ : -5 nm

肩部残り

センター : 56 nm

エッジ : -

エッティング残渣 : なし

(11) O₂ / NH₃ : 5%

CD シフト値

センター : -10 nm

エッジ : -10 nm

肩部残り

センター : 56 nm

エッジ : 130 nm

エッティング残渣 : なし

以上のように、O₂/NH₃が10%以下で良好な結果となった。O₂/NH₃が5%以下であっても良好なCDシフト値が得られることが予想される。ただし、O₂/NH₃：10%で許容される程度ではあるがボーリングが生じたため、10%を超えるとあまり好ましくないことが予想される。

【0056】

次に、チャンバー内圧力以外は上記(10)と全く同一とし、チャンバー内圧力を6.7Paに減じた(12)について、同様の試験を行った。その結果、感光性レジスト層63のフラット部の残膜量が250nm以上とエッチングの選択性が良好であった。また、CDシフト値、肩部残り、エッチング残渣は以下のとおりであった。

(12)チャンバー内圧力：6.7Pa

CDシフト値

センター：+13nm

エッジ：+4nm

肩部残り

センター：92nm

エッジ：59nm

エッチング残渣：なし

以上のように、チャンバー内圧力を6.7Paまで低下させても良好な結果となった。ただし、チャンバー内圧力を低下させるとCDシフト値が大きくなり、エッチング形状も多少悪くなる傾向にあるため、チャンバー内圧力は6.7Pa以上が好ましいと考えられる。

【0057】

以上を総合的に判断すると、NH₃ガス流量：0.3L/min、O₂ガスの流量：0.015L/min（流量比O₂/NH₃の値：5%）、サセプタ温度：10°C、チャンバー内圧力：10.0Paが最もよいことが把握された。

【0058】

なお、本発明は上記実施形態に限定されることなく、種々変形可能である。例えば、上記実施形態では上下電極に高周波電力を印加してエッチングを行う平行

平板型のプラズマエッチング装置を用いたが、これに限るものではなく、上部電極のみ、または下部電極のみに高周波電力を印加すタイプの装置であってもよく、永久磁石を用いたマグネットロン RIE プラズマエッチング装置であってもよい。また、容量結合型のプラズマエッチング装置に限らず、誘導結合型等の他の種々のプラズマエッチング装置を用いることができる。ただし、適度なプラズマ密度で高いエッチング選択比を得る観点から容量結合型のものが好ましい。また、上記実施形態では2層レジストのエッチングについて説明したが、シリコン含有有機系材料膜をマスクとする有機系材料膜のエッチングであればこれに限るものではない。

【0059】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、Si 含有有機系材料膜をマスクとして有機系材料膜をエッチングするに際し、NH₃ ガスとO₂ ガスとを含む混合ガスを用いることにより、CDシフトを所望の値に制御することができ、良好な選択比を維持しつつ、形状性および精度良くエッチングすることができる。また、NH₃ ガスに対するO₂ ガスの流量比を0.5～10%とすることにより、O₂ の作用が有效地に発揮され、より良好なCDシフト値が得られるとともに、エッチング残渣をより生じ難くすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明に係る方法を実施するためのプラズマエッチング装置を示す断面図。

【図2】

本発明の実施形態のエッチング対象である2層レジストが形成された構造を示す断面図。

【図3】

CDシフト値を説明するための図。

【図4】

ポーイングを説明するための図。

【図5】

肩部残りを説明するための図。

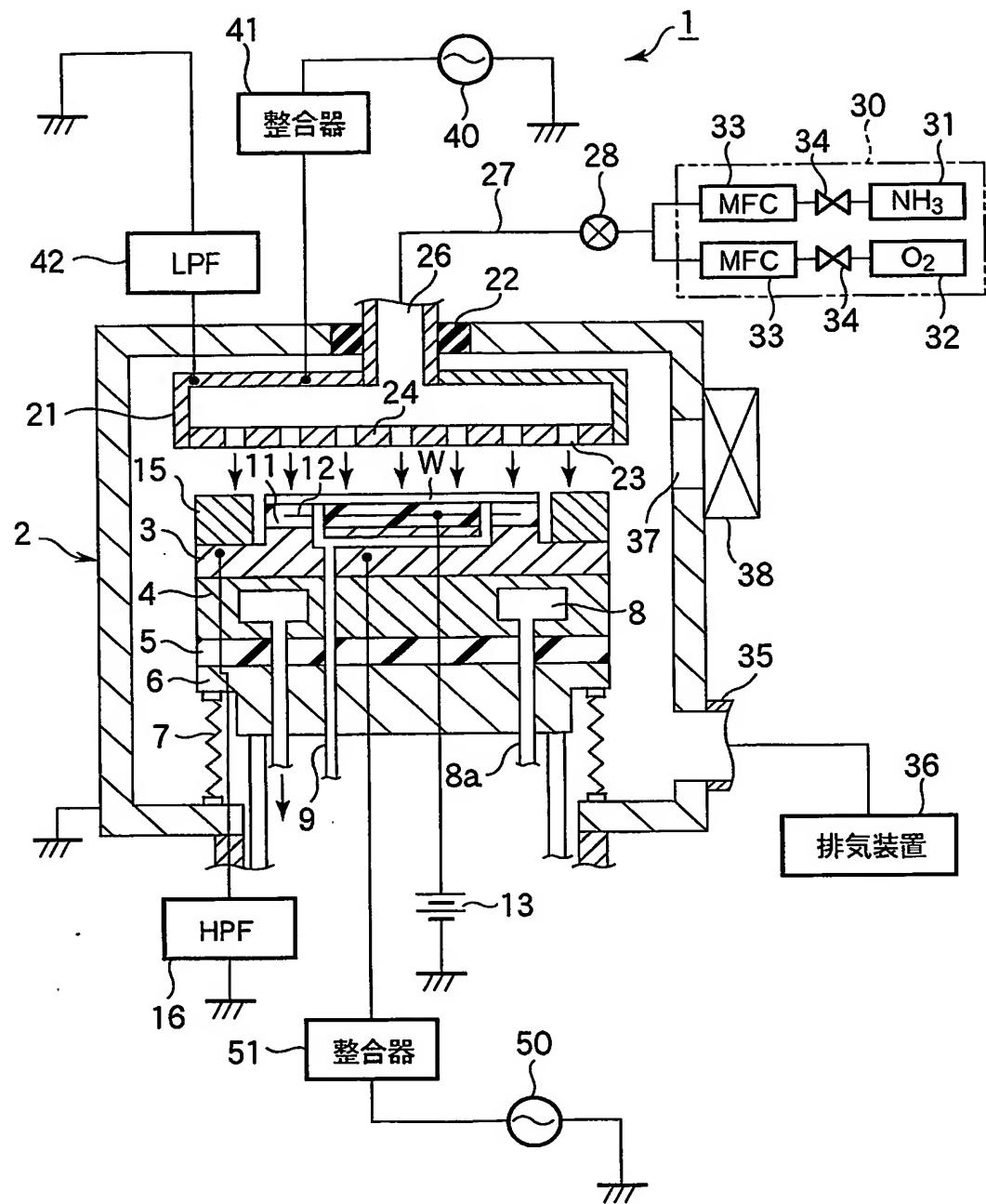
【符号の説明】

- 1 ; プラズマエッティング装置
- 2 ; チャンバー (処理容器)
- 3 ; サセプタ (下部電極)
- 21 ; シャワー ヘッド
- 30 ; エッティングガス供給系
- 31 ; NH₃ ガス供給源
- 32 ; O₂ ガス供給源
- 36 ; 排気装置
- 40 ; 高周波電源
- 62 ; 2層レジスト
- 63 ; 感光性レジスト層 (上層レジスト)
- 64 ; 有機系材料膜 (下層レジスト)
- W ; 半導体ウエハ

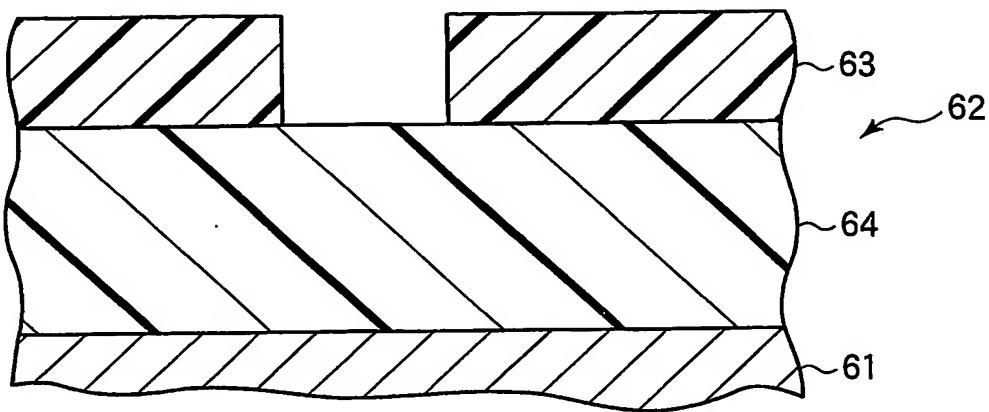
【書類名】

図面

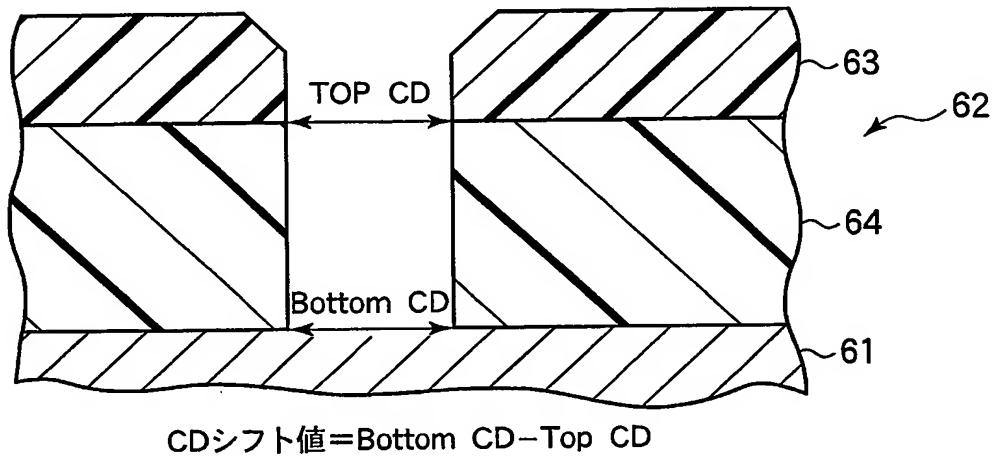
【図1】



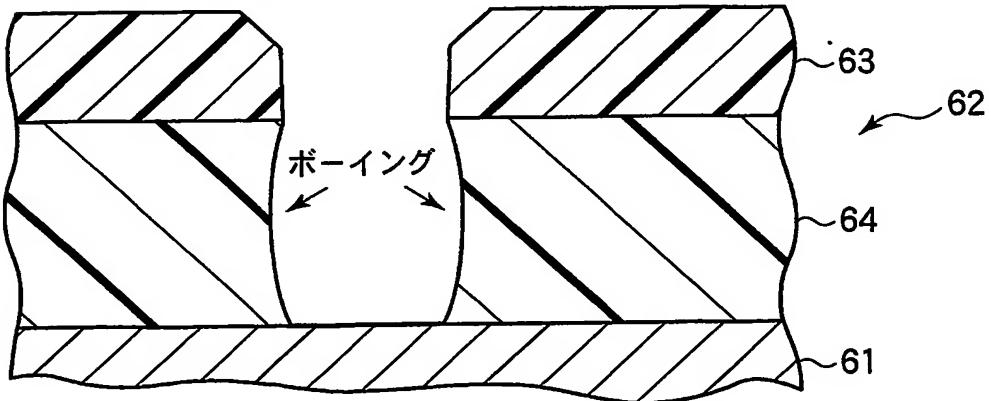
【図2】



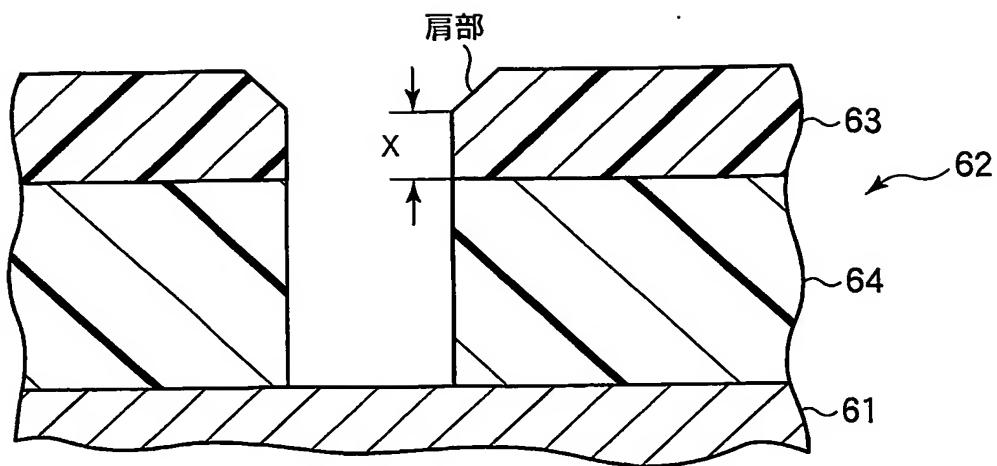
【図3】



【図4】



【図5】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 2層レジストの下層をエッチングする場合のような、Si含有有機系材料膜をマスクとして有機系材料膜をエッチングする場合に、良好な選択比で、かつ形状性および精度良くエッチングすることができるエッチング方法を提供すること。

【解決手段】 処理容器2内で、エッチングガスのプラズマによりSi含有有機系材料膜をマスクとして基板W上に形成された有機系材料膜をエッチングするにあたり、エッチングガスとしてNH₃ガスとO₂ガスとを含む混合ガスを用い、所望のCDシフト値が得られるように、その流量比を調整する。

【選択図】 図1

認定・付加情報

特許出願の番号 特願2002-227753
受付番号 50201159553
書類名 特許願
担当官 第五担当上席 0094
作成日 平成14年 8月 6日

<認定情報・付加情報>

【提出日】 平成14年 8月 5日

次頁無

特願2002-227753

出願人履歴情報

識別番号 [000219967]

1. 変更年月日 1994年 9月 5日

[変更理由] 住所変更

住 所 東京都港区赤坂5丁目3番6号
氏 名 東京エレクトロン株式会社

2. 変更年月日 2003年 4月 2日

[変更理由] 住所変更

住 所 東京都港区赤坂五丁目3番6号
氏 名 東京エレクトロン株式会社